

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

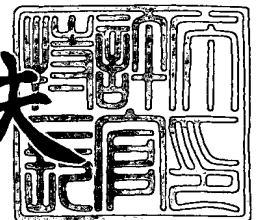
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 1 0 5 8 1 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 1 0 5 8 1 1]

出 願 人 株式会社村田製作所
Applicant(s):

2 0 0 4 年 5 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 8 7 5 5

【書類名】 特許願
【整理番号】 33-0839
【提出日】 平成16年 3月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C03C 3/04
C03C 6/04
H01F 7/00

【発明者】
【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内
【氏名】 河野 大司

【発明者】
【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内
【氏名】 菊田 博昭

【特許出願人】
【識別番号】 000006231
【氏名又は名称】 株式会社村田製作所
【代表者】 村田 泰隆

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003-115132
【出願日】 平成16年 4月21日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 005304
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

鉄系酸化物磁性組成物からなる磁性体部と、前記磁性体部に接して形成される、ガラスセラミック複合組成物からなる非磁性体部と、前記磁性体部および前記非磁性体部のうち少なくとも一方に形成される、内部導体部と、を備える電子部品であって、

前記ガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、

前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、 SiO_2 を25重量%～55重量%、 MgO を30重量%～55重量%、 Al_2O_3 を5重量%～30重量%、 B_2O_3 を0重量%～30重量%が含有されており、かつ、前記クォーツは、前記結晶化ガラス100重量%に対して5重量%～30重量%となるように含有されるとともに、前記結晶化ガラスのガラス中に分散されていることを特徴とする、電子部品。

【書類名】明細書

【発明の名称】電子部品

【技術分野】

【0001】

本発明は、セラミックと導体からなる電子部品に関するものであり、特に母体となる材料として磁性体を用い、部分的に磁性、誘電性、絶縁性などが異なるガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品に関する。

【0002】

代表的な電子部品としては、積層チップインダクタンス素子、積層チップインピーダンス素子、積層チップコモンモードチョークコイル、LCフィルタ等のEMI対策部品が挙げられる。また、多層商品、素子組み込み型商品等、積層チップ商品以外の部品にも適用される。

【背景技術】

【0003】

従来、フェライト等の磁性体とコイル等を形成する導体とからなる電子部品が知られている。近年、セット商品の高周波化に対応するために電子部品に対する特性の向上が要求されている。

【0004】

代表的な電子部品である積層チップインピーダンス素子において、内部導体間、或いは外部電極と内部導体間に発生する浮遊容量が原因で高周波特性が悪化することが知られており、内部導体或いは外部導体の構造について最適化する報告が多数見られる。また、下記の特許文献1に代表される様に、積層トランスにおける結合係数を向上させるために、磁性体材料中に非磁性体を設ける構造が知られている。

【特許文献1】特公昭62-22245号公報

【特許文献2】特開2000-331831号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の積層チップインピーダンス素子においては、高周波特性を悪化させる原因となる浮遊容量の値は、チップの構造と母体となる磁性体材料の比誘電率により決まり、導体の構造を工夫することによる特性の向上には限界があった。

【0006】

その対策としては、特許文献2に開示されているように、部分的に比誘電率の低い材料を用いる構造とすることが考えられる。

【0007】

しかしながら、異種材料の共焼結となるために、同時焼成の時に起こる不具合である、(1)材料間の相互拡散による材料特性の劣化、(2)収縮挙動の違いによるワレ、(3)熱膨張係数の違いによるワレ、の軽減をそれぞれ満たし、かつ目的とする電気特性が得られる材料については知られていない。

【0008】

一方、積層トランス等に代表される、磁性体材料を備えた電子部品において、部分的に磁性の小さい材料を設ける構造とすることで特性を向上させる提案は多数見られるが、やはり、これらの問題を解決する材料に関する提案については見出せなかった。

【0009】

本発明では、透磁率および誘電率が低く、絶縁性が高いという特徴を備え、かつ母体となる磁性体材料に対して相互拡散が少なく、接合部においてワレ、ハガレや変形等の発生が抑制でき、しかも内部導体、特にAgへの拡散を抑制できるガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記問題点を解決するために、本発明に係る電子部品は、鉄系酸化物磁性組成物からなる磁性体部と、前記磁性体部に接して形成される、ガラスセラミック複合組成物からなる非磁性体部と、前記磁性体部および前記非磁性体部のうち少なくとも一方に形成される、内部導体部と、を備える電子部品であって、前記ガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、 SiO_2 を25重量%～55重量%、 MgO を30重量%～55重量%、 Al_2O_3 を5重量%～30重量%、 B_2O_3 を0重量%～30重量%が含有されており、かつ、前記クォーツは、前記結晶化ガラス100重量%に対して5重量%～30重量%となるように含有されるとともに、前記結晶化ガラスのガラス中に分散されていることを特徴としている。

【発明の効果】

【0011】

本発明に係る電子部品は、磁性体部に使用される鉄系酸化物磁性組成物と非磁性体部に使用されるガラスセラミック複合組成物との界面における相互拡散が少ないので、良好な共焼結性を得ることが可能となる。

【0012】

また、前記非磁性体部に使用されるガラスセラミック複合組成物は、透磁率および誘電率が低く、更に絶縁性が高いという優れた特性を有しており、内部導体として用いられるAg等の金属材料への拡散を抑制する働きがあるため、前記電子部品にAg等の低抵抗な金属材料を使用できるので、前記電子部品の直流抵抗を低減することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明に係るガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品の各実施例について、図1ないし図10に基づいて詳細に説明する。

【実施例1】

【0014】

図1ないし図6は、本発明に係るガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品の一実施例であり、その概略断面図である。

【0015】

上記の電子部品はいずれも、略直方体形状や略円板状に形成された磁性体部2と、磁性体部2内に形成された、ガラスセラミック複合組成物を用いた非磁性体部1と、前記非磁性体部1及び前記磁性体部2の少なくとも一方に、コイル状又は互いに対面する各層状の内部導体部としての内部電極4とを備えている。さらに、上記電子部品では、内部電極4と電氣的に接続された外部電極5が設けられていることが好ましい。

【0016】

上記の電子部品においては、ガラスセラミック複合組成物を用いた非磁性体部1を内蔵していることで、内部電極4と外部電極5との間に発生する浮遊容量を低減できて、上記浮遊容量に起因する高周波特性の悪化を抑制しながら、非磁性体部1と磁性体部2との共焼結時の前記不具合を軽減できて、歩留りを向上できる。

【0017】

さらに、図1に記載の電子部品では、コイル間及び外部電極の浮遊容量を減少させること、また、直流重畳特性を向上させることを主目的とした、インピーダンス素子を得ることが可能となる。図2ないし図4に記載の各電子部品においては、直流重畳特性を向上させることを主目的とした、インピーダンス素子を得ることが可能となる。

【0018】

図5に記載の電子部品は、誘電体部7中に設けられた互いに対面する各層状の内部電極4を備えた板状のコンデンサ部8と、磁性体部2内にコイル状の内部電極4を備えた板状のインダクタンス部9とを互いに積層したLC素子である。誘電体部7の素材としては、通常のコンデンサに使用される誘電体や、ガラスセラミック複合組成物が使用できる。上記電子部品では、インダクタンス部9のコイル間の浮遊容量を減少させることを主目的と

した、LC素子を得ることが可能となる。

【0019】

図6に記載の電子部品においては、各インダクタンス部9a、9bのコイル間の結合を向上させること、また、上記コイル間の浮遊容量を減少させること、さらに、上記コイル間の絶縁性を向上させることを主な目的とした、コモンモードチョークコイル素子を得ることが可能となる。

【0020】

ここで、上記磁性体部に用いられるガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、 SiO_2 を25重量%～55重量%、 MgO を30重量%～55重量%、 Al_2O_3 を5重量%～30重量%、 B_2O_3 を0重量%～30重量%を含有しているとともに、前記クォーツは、前記結晶化ガラス100重量%に対して5重量%～30重量%を含有し、前記結晶化ガラスのガラス中に分散しているものを用いている。詳細についてはのちほど述べる。

【実施例2】

【0021】

図7は、本発明に係るさらに他の電子部品としてのノイズフィルタの一実施例であり、要部透視斜視図である。また、図8は、上記ノイズフィルタの分解斜視図である。また、図9は、図7のIII-III矢視断面図であり、ノーマルモードの信号が伝播している状態を示す。さらに、図10は、図7のIII-III矢視断面図であり、コモンモードの信号が伝播している状態を示す。

【0022】

図7に示す、ノイズフィルタ21は、磁性体層22（図8では磁性体層22a～22d）、各信号線路23、24、グランド電極25A、誘電体部27、各信号用電極端子28、29、グランド電極用電極端子30によって大略構成されている。

【0023】

各信号線路23、24は、導電性金属材料によって略帯状に形成されて、磁性体層22b、22c間に配設された2本の信号線路である。また、各信号線路23、24は、一定の間隔を維持して互いに平行に延び、磁性体層22b、22cの短尺方向（幅方向）に往復するジグザグ状（ミアンダ状）をなして長尺方向（長さ方向）に向けて延びている。なお、各信号線路23、24の延びる方向は長尺方向と短尺方向とが入れ替わってもよい。

【0024】

前記誘電体部27は、2本の各信号線路23、24の間に設けられた異性媒質としての非磁性体媒質からなり、本発明のガラスセラミック複合組成物を用いて形成されている。誘電体部27は、互いに並設された2本の各信号線路23、24間の隙間を埋めている。ここで、前記誘電体部27の素材としては、上記実施例1にて示したようなガラスセラミック複合組成物が用いられる。

【0025】

本実施例によるノイズフィルタ21は上述の如く構成されるものである。以下に、そのノイズフィルタの作動原理について説明する。

【0026】

まず、差動信号が伝達される2本の配線が設けられた基板上にノイズフィルタ21を配置し、各配線の途中に信号用電極端子28、29をそれぞれ接続すると共にグランド用電極端子30をグランド端子に接続する。これにより、信号は各信号線路23、24とグランド電極25とによって形成される伝送線路26を通じて伝達される共に、グランド電極25はグランド電位に保持される。

【0027】

ここで、各信号線路23、24にコモンモードの信号が伝播するときには、各信号線路23、24に通電している電流の向きが同方向となる。このとき、各信号線路23、24

は互いに近接して並設されているから、それぞれの信号線路 23, 24 による磁束が相互に強め合い、コモンモードの信号に対して各信号線路 23, 24 が 1 本の線路のようにふるまう。

【0028】

また、各信号線路 23, 24 は、磁性体層 22b, 22c の間に形成されている。このため、コモンモードの信号に対して、各信号線路 23, 24 およびグランド電極 25 によって形成される伝送線路 26 は、インダクタンス L を持ち、かつ、磁性体層 22b, 22c の誘電率によりグランド電極 25 との間に容量 C を持つ。

【0029】

即ち、各信号線路 23, 24 は、コモンモードの信号に対しては分布定数回路と等価に機能して、当該各信号線路 23, 24 を流れるコモンモードの信号は、インダクタンス L 、容量 C が一定に保たれる周波数域においては、損失無く伝送される。一方、コモンモードの信号の周波数が高くなると、磁性体層 22b, 22c の透磁率が変化し、インダクタンス L には損失分 R (磁性損失) が生じる。このため、磁性損失によって高周波数域のコモンモードの信号は減衰する。

【0030】

これに対し、各信号線路 23, 24 にノーマルモードの信号が伝播するときには、主として各信号線路 23, 24 間で伝送線路 26 を形成する。このとき、各信号線路 23, 24 に通電している電流の向きが逆方向で、かつ通電量がほぼ等しくなる。このため、それぞれの信号線路 23, 24 による磁束は互いに打ち消し合う (相殺する) から、インダクタンス L および損失分 R (磁性損失) はいずれもコモンモードの場合よりも低減される。

【0031】

しかしながら、均一な媒質中に各信号線路 23, 24 を形成した場合、コモンモードとノーマルモードとのいずれのモードであっても、実効的な材料特性は変わらない。即ち、どの周波数でも、コモンモード対ノーマルモードの損失の比率は変わらず、信号を通す場合にはノイズ抑制効果が損なわれ、ノイズ抑制効果を高めれば信号が減衰してしまうという不都合がある。

【0032】

これに対し、本実施例では、各信号線路 23, 24 の間に磁性体 22b, 22c の比透磁率 μ_{r0} よりも小さい比透磁率 μ_{r1} をもった誘電体部 27 を設けたから、ノーマルモードで発生する磁束 ϕ_n は、図 9 に示すように誘電体部 27 を通過する (横切る) のに対し、コモンモードで発生する磁束 ϕ_c は、図 10 に示すように誘電体部 27 を通過しない。

【0033】

このため、誘電体部 27 を設けた場合と設けない場合とを比較した時には、ノーマルモードで発生する磁束 ϕ_n の通り道では、誘電体部 27 によって実効比透磁率 μ_{wn} が低下するのに対し、コモンモードで発生する磁束 ϕ_c の通り道では、実効比透磁率 μ_{wc} は低下しない。

【0034】

このとき、一般に実効比透磁率が低下すると、損失のピークが生じる周波数 (実効比透磁率に対応した透磁率の実部 μ' と虚部 μ'' が同じ値となる周波数) が高周波側にシフトする傾向がある。このため、誘電体部 27 を設けない場合には、数 MHz 程度で損失のピークが生じるのに対して、誘電体部 27 を設けた場合には、数十 MHz 程度で損失のピークが生じる。このとき、透磁率の虚部 μ'' と実部 μ' との比率 (μ''/μ') および実部 μ' の大きさによって定まる損失の大きさ自体も、誘電体部 27 を設けない場合に比べて誘電体部 27 を設けた場合の方が小さくなる。

【0035】

従って、ノーマルモードの信号に対しては、磁性損失 R のピークが生じる周波数が高周波側にシフトすると共に、磁性損失 R 自体も小さくなる。この結果、コモンモードの信号は低い周波数から除去できるのに対して、ノーマルモードの信号は、高い周波数成分まで減衰せずに伝播することができる。このため、必要なモードであるノーマルモードの信号

を波形なまりが生じることなく伝送することができ、波形品質の維持とノイズ除去効果とを両立させることができる。

【0036】

図7に記載の電子部品においては、特に誘電体部の ϵ_r が低いため、グラウンド電極の距離寸法における自由度が向上し、またノイズフィルタに接続される回路でのインピーダンスの整合性が取りやすくなる。したがって、ノイズフィルタの反射損失を低下させ、共振によるノイズの増大や信号波形の乱れを抑制できるノイズフィルタを得ることができる。

【実施例3】

【0037】

以下に、上記電子部品に用いられるガラスセラミック複合組成物の組成範囲について、それを決めた経緯について述べる。

【0038】

すなわち、上記磁性体部に用いられるガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、 SiO_2 を25重量%～55重量%、 MgO を30重量%～55重量%、 Al_2O_3 を5重量%～30重量%、 B_2O_3 を0重量%～30重量%を含有しているとともに、前記クォーツは、前記結晶化ガラス100重量%に対して5重量%～30重量%を含有し、前記結晶化ガラスのガラス中に分散しているものを用いているが、その組成範囲を決めた経緯について述べる。

【0039】

図11は、ガラスセラミック複合組成物を評価するための、磁性体材料との相互拡散評価用の試料を示す斜視図である。図12は、ガラスセラミック複合組成物を評価するための、絶縁性評価用試料を示す斜視図である。

【0040】

まず、磁性体材料としてNi-Cu-Zn系磁性体材料（以下に示す表7の試料番号「ア」）を用い、この材料と共焼結させる材料としてガラスとフィラーを混合した材料系に注目し、以下の材料を検討した。

【0041】

選定の条件としては、比透磁率 $\mu_r \cong 1$ 、比誘電率 $\epsilon_r \leq 8$ 、熱膨張係数 $5 \leq \alpha \leq 15 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ とし、上記磁性体材料及び内部導体としてのAg、Ag/Pd（重量%で85/15）、Auとの相互拡散について評価した。

【0042】

表1に示すような最終組成物の組成比（単位は重量%）となるように調合を行い、Ptルツボ中にて1600℃で熔融し、水中急冷によりガラス材料を得た。

【0043】

このガラス材料をボールミルにて64時間～80時間、5mm ϕ のPSZ（部分安定化ジルコニア）をメディアとして、溶剤はトルエンを用いて微粉碎を行い、調製した。

【0044】

その後、焼結性を考慮して表1に示すような最終生成物の組成比となるように、所定のフィラーを添加し、ボールミルにて16時間、PSZをメディアとして、溶剤はトルエンを用いて微粉碎を行い、調製した。

【0045】

次いで、上記調製の後に、PVB（ポリビニルブチラル）系のバインダを15重量%添加し、更に16時間バインダ混合し、スラリーを得た。得られたスラリーはドクターブレード法にて乾燥し、約50 μm の厚みの、ガラスセラミック複合組成物からなるシート状の成形体を得た。

【0046】

次に、磁性体材料については、表7に示す試料番号「ア」の組成で調合を行い、ボールミルにて16時間、PSZをメディアとして純水中にて調合を行った。水分をホットプレートにて蒸発乾燥させた後、750℃～800℃にて仮焼を行った。仮焼された粉はボー

ルミルにて48時間、PSZをメディアとして、溶剤はエキネン／トルエンが1／1の割合で用いて粉碎を行った。

【0047】

粉碎後、PVB系のバインダを15重量%添加し、更に16時間バインダ混合を行い、スラリーを得た。得られたスラリーはドクターブレード法にて乾燥し、約50 μ mの厚みの、磁性体材料からなるシート状の成形体を得た。

【0048】

上記のガラスセラミック複合組成物からなるシート、および磁性体材料からなるシートを、それぞれ厚みが600 μ mとなるように、各々の材料が貼り合わされた構造に積み重ね、WIP（温水等方圧プレス）にて147MPaで圧着を行った。

【0049】

圧着された材料について一辺の長さが厚みの4倍となる様に正方形に切り出し、図11に示すように、ガラスセラミック複合組成物31、磁性体材料32からなるシート33を、磁性体材料との相互拡散評価用の試料として得た。

【0050】

また、上記シート33に、AgもしくはAu粉にエチルセルローズ系のバインダを加えて作製したペーストを、幅200 μ m厚み25 μ mとなる様に塗布する。上記シート33を、上記ペーストからなる内部電極（内部導体部）が中央に内蔵される形状に積み重ね、内部電極との相互拡散評価用試料を、厚みが1mm、一辺が2mmとなるように作製した。

【0051】

これらの試料を900℃～1000℃、保持時間2時間で焼成し、 ϵ_r 、熱膨張係数 α を評価した結果、及び相互拡散の状態を評価した結果を表2に示す。

【0052】

表2では、試料内部の研磨面をWDX（波長分散型X線分析法）により観察し、強度を濃度に換算した値が、ガラスセラミック複合組成物とセラミック材料間では0.1%以上、ガラスセラミック複合組成物と導体材料間では0.5%以上となる拡散の範囲が材料接合界面から25 μ m以下の場合を「○」、25～50 μ mを「△」、50 μ m以上に及ぶ場合について「×」とした。

【0053】

表2では、総合評価◎印が本実施例を示し、その他は比較例を示す。以下の表についても同様である。

【0054】

【表 1】

試料 番号	ガラス組成							フィラー		
	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	2MgO/SiO ₂	SiO ₂ (74-7)
A	86	13				1		43		
B	60	30		10				100		
C	60	22		6	4	4	4	100		
D	86	13				1				43
E	60	30		10						100
F	60	22		6	4	4	4			100
G	79	19				2			25	
H	44		9	21	21	2.5	2.5		25	
I	60		20			10	10		25	
J	60	11	5.5	17	5.5	1		11		
K	44		12		44			25		
L	81	17				2		67		
M	60	11	5.5	17	5.5	1				11
N	44		12		44					25
O	44		12		44				25	
P	81	17				2				67

【0055】

【表 2】

試料 番号	相互拡散評価				絶縁性評価		電気特性		総合評価
	磁性体 材料	導体材料			恒温 高湿	高温	ϵ_r	α (ppm/°C)	
A	○	△	△	○	×	×	4~6	3~5	×
B	×	×	×	△	×	×	5~7	4~6	×
C	△	×	×	△	×	×	7~9	5~7	×
D	○	△	△	○	×	×	4~6	5~7	×
E	×	×	×	△	×	×	4~6	7~9	×
F	△	×	×	△	×	×	5~7	7~9	×
G	△	△	△	○	△	○	4~6	5~7	×
H	○	○	○	○	△	○	7~9	5~7	×
I	○	○	○	○	△	○	7~9	8~10	×
J	×	○	○	○	△	△	5~7	8~10	×
K	○	○	○	○	○	○	7~9	7~9	○
L	△	○	○	○	×	×	5~7	4~6	×
M	×	○	○	○	△	△	4~6	9~11	×
N	○	○	○	○	○	○	6~8	8~10	○
O	○	○	○	○	○	○	7~9	7~9	○
P	△	○	○	○	×	×	3~5	7~9	×

【0056】

表2から明らかなように、試料番号「K」、「N」、「O」のような組成からなる、ガラスセラミック複合組成物では、 ϵ_r が小さく、熱膨張係数 α が磁性体材料に近く、更にこの磁性体材料との相互拡散の程度が小さく、共焼結し易い材料であることがわかる。特に、試料番号「N」のように、クォーツをフィラーとして用いた試料では、 ϵ_r が小さく、 α が大きい傾向がさらに顕著となる。これは、クォーツの α が、C軸に垂直な方向では約15ppm/°Cと大きく、更に ϵ_r が約4程度と小さいことに起因していると考えられる。

【0057】

なお、試料番号「N」の評価用試料の結晶状態をXRD（X線回折法）により調べた結果、エンスタタイト、フォルステライト、クォーツのピークが明確に確認された。

【0058】

次に、表1に示した試料を用いて、ガラスセラミック複合組成物の電気的な絶縁性について評価した。すなわち、上記絶縁性評価用試料としては、内部導体としてAgを用い電極が対向する構造となるテストチップを作製し、電界下での耐湿性、高温性について評価した。

【0059】

以下、具体的な評価用試料の作製方法を示す。

【0060】

表1に示すような最終生成物の組成となる材料を含有する各シート状の成形体に、図12に示すように、Ag粉にエチルセルロース系のバインダを加えて作製したペーストを、幅 $200\mu\text{m}$ 厚み $25\mu\text{m}$ となる様に塗布し、中央に内部電極34が距離 $50\mu\text{m}$ の間隔で対向するコンデンサ構造となるように積層、圧着、カットし、厚みが 1mm 、一辺が 2mm の成形体をそれぞれ得た。

【0061】

次に、上記各成形体を 900°C 、保持時間2時間で焼成し、次いで、Ag、エチルセルロース系バインダ、テルピネオールを主成分とするペーストを、各内部電極が露出している各端面にそれぞれ塗布し、 850°C で焼き付けることによって、上記ペーストからの各外部電極35がそれぞれ形成され、絶縁性評価用試料36をそれぞれ得た。

【0062】

次に、上記絶縁性評価用試料36に電界強度が 1.0kV/mm となるように電圧を負荷した状態で、 70°C で湿度が95%の恒温恒湿槽（恒温恒湿条件）及び 120°C の高温槽（高温条件）にそれぞれ投入し、抵抗値の変化から絶縁性の評価を行った。その結果を表2に示す。

【0063】

表2においては、各条件における試料投入数は30ケとした。投入後に抵抗値が二桁以上低下した時間を劣化時間としてワイブルプロットを行い、3.33%の累積故障時間が500hを超えるものを「○」、100h～500hを「△」、100h未満を「×」とした。

【0064】

表2から明らかなように、試料番号「K」、「N」、「O」のような組成からなる、ガラスセラミック複合組成物では、 ϵ_r が小さく、かつ熱膨張係数 α が磁性体材料に近く、さらに絶縁性の高い材料であることがわかる。

【0065】

次に、上記で検討した試料番号「N」からなる材料系に注目して、表3に示すようなガラスセラミック複合組成物（なお、表3は最終組成物の組成比を示している）を用意し、このガラスセラミック複合組成物及び磁性体材料からなるシート状の成形体をそれぞれ貼り合わせたものを焼成して評価用試料を作製し、磁性体材料との共焼結性を評価した。

【0066】

磁性体材料として、Ni-Cu-Zn系磁性体材料（以下に示す表7の試料番号「ア」）を用い、上記と同様の方法で、ガラスセラミック複合組成物及び磁性体材料からなるシート状の成形体を得た。各々のシート状の成形体を厚みが等しくなるように積み重ねて、 98MPa 、 60°C 、30秒で圧着し、裁断することで、図11に示すような評価用試料を各々の寸法の割合を変化させて作製した。

【0067】

これらの評価用試料を昇温時間が 300°C/h 、トップ温度が 900°C 、保持時間2時間、降温時間が 200°C/h からなる条件にて焼成し、試料のクラック、ワレを評価した。これらの評価結果と、各試料番号の材料特性、絶縁性評価結果を合わせて表3に示す。

【0068】

表3では、相互拡散、絶縁性の評価方法としては、上記と同様であり、共焼結性評価としては、光学顕微鏡にて試料表面にワレ、クラック、或いは試料界面でのハガレ、クラッ

クの見られるものを「×」、見られないものを「○」と判断した。

【0069】

なお、表3ないし表5においては、形状Aおよび形状Bなる表現があるが、形状Aは、貼り合わせた各々の材料厚みが $500\mu\text{m}$ 、厚みの合計が $1000\mu\text{m}$ で一辺の長さが $4000\mu\text{m}$ なる直方体を意味し、形状Bは、貼り合わせた各々の材料厚みが $2000\mu\text{m}$ 、厚みの合計が $4000\mu\text{m}$ で一辺の長さが $8000\mu\text{m}$ なる直方体を意味する。

【0070】

表3では、焼結性評価として、 900°C と 950°C とでの焼結体の密度変化が5%以下のものを「○」、5%を超え、10%以下のものを「△」、10%を超えるものを「×」と判断した。

【0071】

【表3】

試料 番号	組成(重量%) $\text{SiO}_2/\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{B}_2\text{O}_3$ (クォーク外掛け)	共焼結性		相互拡散		絶縁性	焼結性	電気特性		総合評価
		形状A	形状B	磁性体 材料	Ag導体			ϵ_r	$\alpha(\text{ppm}/^{\circ}\text{C})$	
1	35/35/10/20(0)	×	×	○	○	△	○	5.9	7.5	×
2	35/35/10/20(5)	○	○	○	○	△	○	5.8	8.0	○
3	35/35/10/20(10)	○	○	○	○	△	○	5.7	8.5	○
4	35/35/10/20(15)	○	○	○	○	△	○	5.7	9.0	○
5	35/35/20/10(15)	○	○	○	○	○	○	6.2	9.7	○
6	35/35/10/20(20)	○	○	○	○	△	○	5.6	9.4	○
7	35/35/20/10(20)	○	○	○	○	○	○	6.1	10.1	○
8	35/35/10/20(25)	○	○	○	○	△	○	5.5	9.8	○
9	35/35/20/10(25)	○	○	○	○	○	○	5.5	10.1	○
10	35/35/10/20(30)	○	○	○	○	△	△	5.5	10.1	○
11	35/35/10/20(35)	○	×	○	○	×	×	5.4	10.5	×
12	20/45/25/10(20)	×	×	○	○	△	×	6.6	11.2	×
13	20/60/10/10(20)	×	×	○	○	△	×	6.2	11.7	×
14	25/55/10/10(20)	○	○	○	○	△	△	6.0	11.3	○
15	25/40/25/10(20)	○	○	○	○	△	△	6.5	10.8	○
16	30/35/25/10(20)	○	○	○	○	△	○	6.4	10.4	○
17	30/40/20/10(20)	○	○	○	○	○	○	6.2	10.5	○
18	40/35/15/10(20)	○	○	○	○	○	○	5.9	9.9	○
19	40/40/10/10(20)	○	○	○	○	○	○	5.7	10.0	○
20	50/30/10/10(20)	○	○	○	△	△	○	5.5	9.2	○
21	55/25/10/10(20)	○	×	○	×	△	○	5.4	8.8	×
22	60/20/10/10(20)	×	×	○	×	△	○	5.3	8.3	×
23	40/40/0/20(20)	○	○	○	×	×	△	5.2	9.3	×
24	37.5/37.5/5/20(20)	○	○	○	○	△	○	5.4	9.3	○
25	32.5/32.5/15/20(20)	○	○	○	○	△	○	5.8	9.4	○
26	40/30/20/10(20)	○	○	○	○	○	○	6.0	9.7	○
27	30/30/20/20(20)	○	○	○	○	△	○	6.0	9.5	○
28	27.5/27.5/25/20(20)	○	○	○	○	△	○	6.2	9.5	○
29	25/25/30/20(20)	○	○	○	○	×	○	6.4	9.6	×
30	22.5/22.5/35/20(20)	○	○	○	○	×	△	6.7	9.7	×
31	30/30/30/10(20)	○	○	○	○	△	○	6.6	10.2	○
32	30/30/10/30(20)	○	○	○	△	△	○	5.5	8.8	○
33	27.5/27.5/10/35(20)	×	×	○	×	△	○	5.4	8.4	×

【0072】

表3から、以下のことがわかる。

【0073】

クォーツ量が5重量%未満、及び30重量%を超えるとワレが発生し易いことがわかる。また、30重量%を超えると焼結しにくくなる。なお、ワレの評価結果からは、15重量%～25重量%が好ましいことがわかる。

【0074】

SiO_2 について、25重量%未満ではワレが発生し易くなる。55重量%を超えるとワレが発生し易くなる。

【0075】

MgO について、30重量%より小さいと、ワレが発生し易くなる。また、55重量%より多いと、ワレが発生し易くなる。

【0076】

さらに、 SiO_2 及び MgO については、絶縁性、誘電特性、熱膨張係数を総合的に考慮すると各々、30重量%～45重量%とすることが好ましい。

【0077】

Al_2O_3 について、5重量%未満では、 Ag が拡散し易くなる。30重量%を超えると、 ϵ_r が大きくなるため好ましくない。

【0078】

B_2O_3 が含有されていなくても焼成は可能であるが、熔融温度が高くなる。30重量%を超えると Ag の拡散が著しくなる。なお、5重量%～15重量%が好ましい。

【0079】

以上のことから、 Ni-Cu-Zn 系磁性体材料と共焼結するに適したガラスセラミック複合組成物について見出すことが出来た。

【0080】

次に、上記で検討した試料番号「テ」からなる材料系について、 Ni-Cu-Zn 以外の鉄系酸化物磁性組成物について共焼結性について評価した。 $\text{SiO}_2/\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{B}_2\text{O}_3$ （クォーツ）が40/40/10/10/（20）重量%、（クォーツは $\text{SiO}_2/\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{B}_2\text{O}_3$ 100重量%に対する含有量を表す）となる組成からなり、上記と同様にシート形状に成形した試料を用いた。

【0081】

磁性体材料としては、表4ないし表5に示す試料番号ア～オまで、組成及び結晶構造の異なる5種類の材料について、上記と同様にシート形状に成形した試料を用い、上記と同様に材料界面での相互拡散、ワレ、クラックに関する共焼結性について評価を行った。表4ないし表5では、各酸化物の配合量は、モル（mol）%にてそれぞれ示されている。上記評価の結果を以下の表4ないし表5に示す。

【0082】

【表4】

試料番号	酸化物					相互拡散	共焼結性	
	Fe_2O_3	ZnO	NiO	CuO	MgO		形状A	形状B
ア（ Ni-Cu-Zn 系）	48	30	10	12		○	○	○
イ（ Ni-Cu-Zn 系）	48	5	35	12		○	○	○
ウ（ Mg-Cu-Zn 系）	48	30		12	10	○	○	○

【0083】

【表5】

試料番号	酸化物								相互拡散	共焼結性	
	Fe_2O_3	CuO	Y_2O_3	CaCO_3	BaO	Co_3O_4	SrO	MgO		形状A	形状B
エ（ Ba-Cu 系）	59	12			14	11	4		○	○	○
オ（ Y-Ca 系）	54		27	15				4	○	○	○

【0084】

組成及び結晶構造の異なる何れの磁性体材料においても相互拡散の程度は低く、かつ共焼結性についても、構造に制約があるものの比較的容易であることがわかる。

【0085】

なお、上記ガラスセラミック複合組成物は、接合する対象となる材料が Ni-Cu-Zn 材料に限らず、鉄系酸化物磁性組成物に適合し易いことがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。

- 【図 2】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図 3】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図 4】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図 5】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図 6】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図 7】本発明に係る他の電子部品としてのノイズフィルタの要部透視斜視図である。

【図 8】上記ノイズフィルタの分解斜視図である。

【図 9】図 7 の I I I - I I I 矢視断面図であり、ノーマルモードの信号が伝播している状態を示す。

【図 10】図 7 の I I I - I I I 矢視断面図であり、コモンモードの信号が伝播している状態を示す。

【図 11】ガラスセラミック複合組成物を評価するための、磁性体との相互拡散評価用の試料を示す斜視図である。

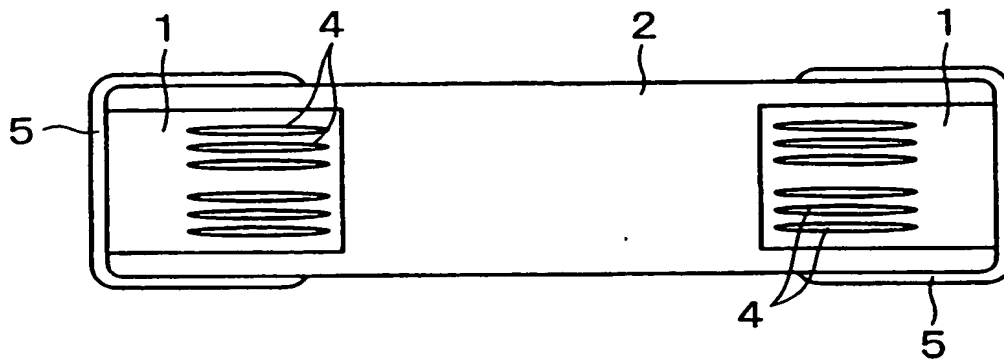
【図 12】ガラスセラミック複合組成物を評価するための、絶縁性評価用試料を示す斜視図である。

【符号の説明】

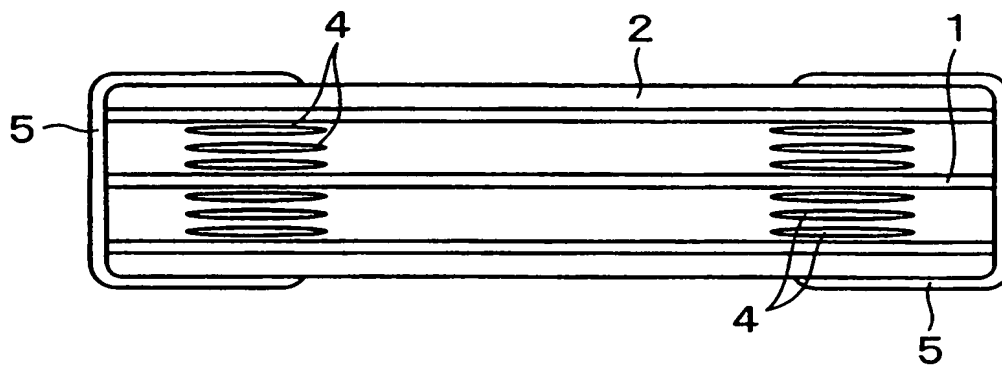
【0087】

- 1 非磁性体部
- 2 磁性体部
- 4 内部電極（内部導体部）
- 5 外部電極

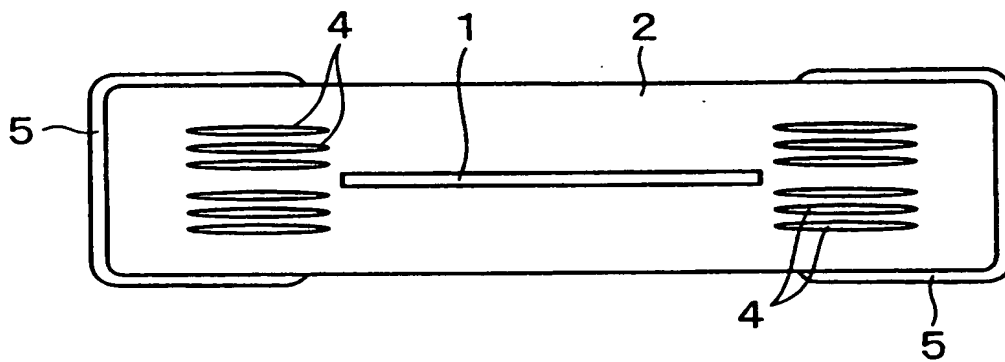
【書類名】 図面
【図 1】



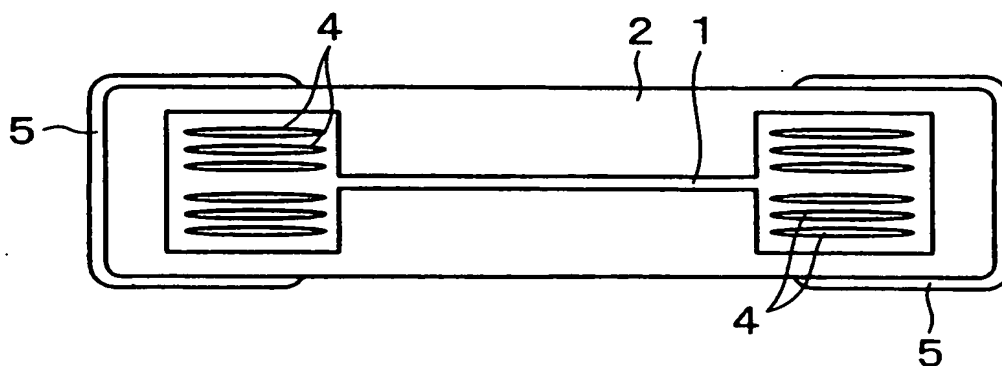
【図 2】



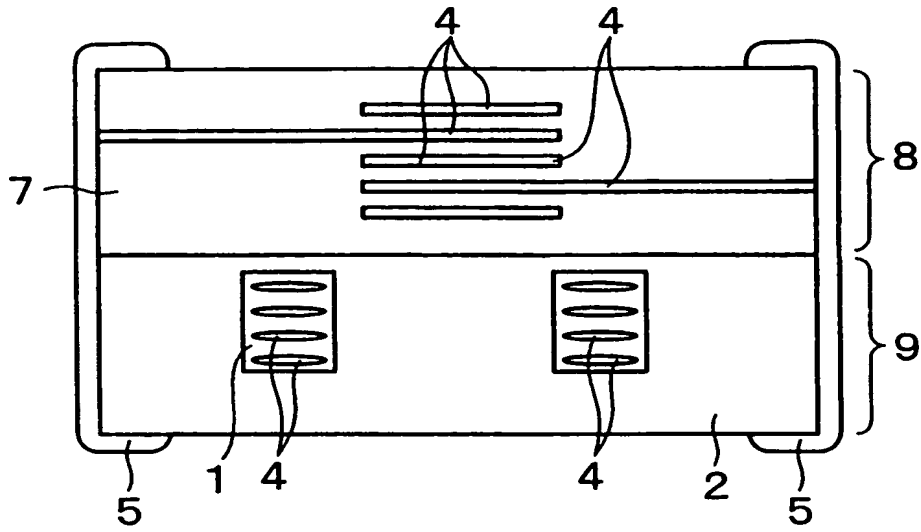
【図 3】



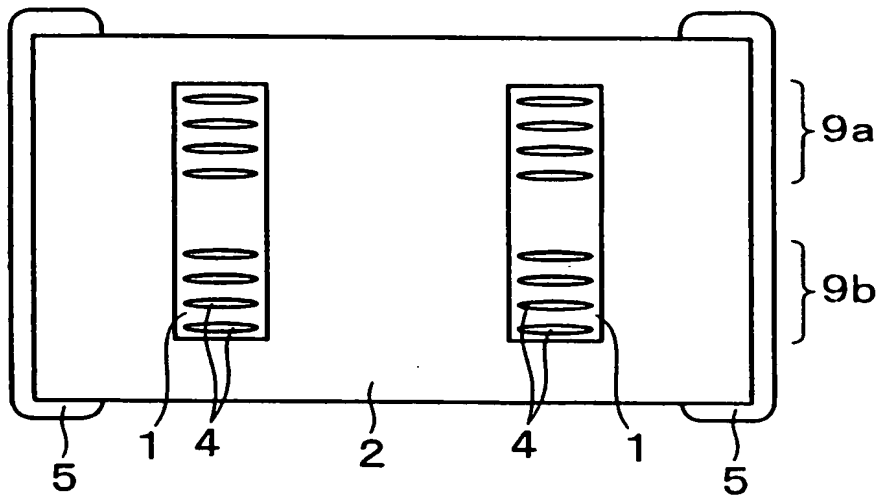
【図 4】



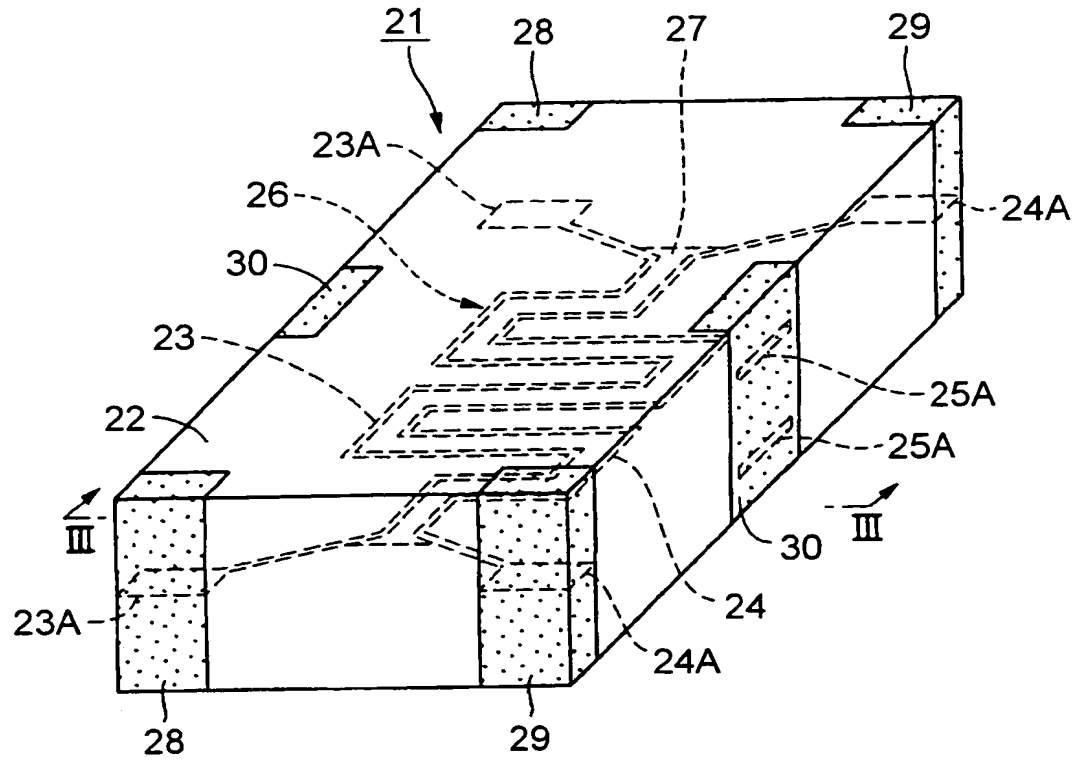
【図 5】



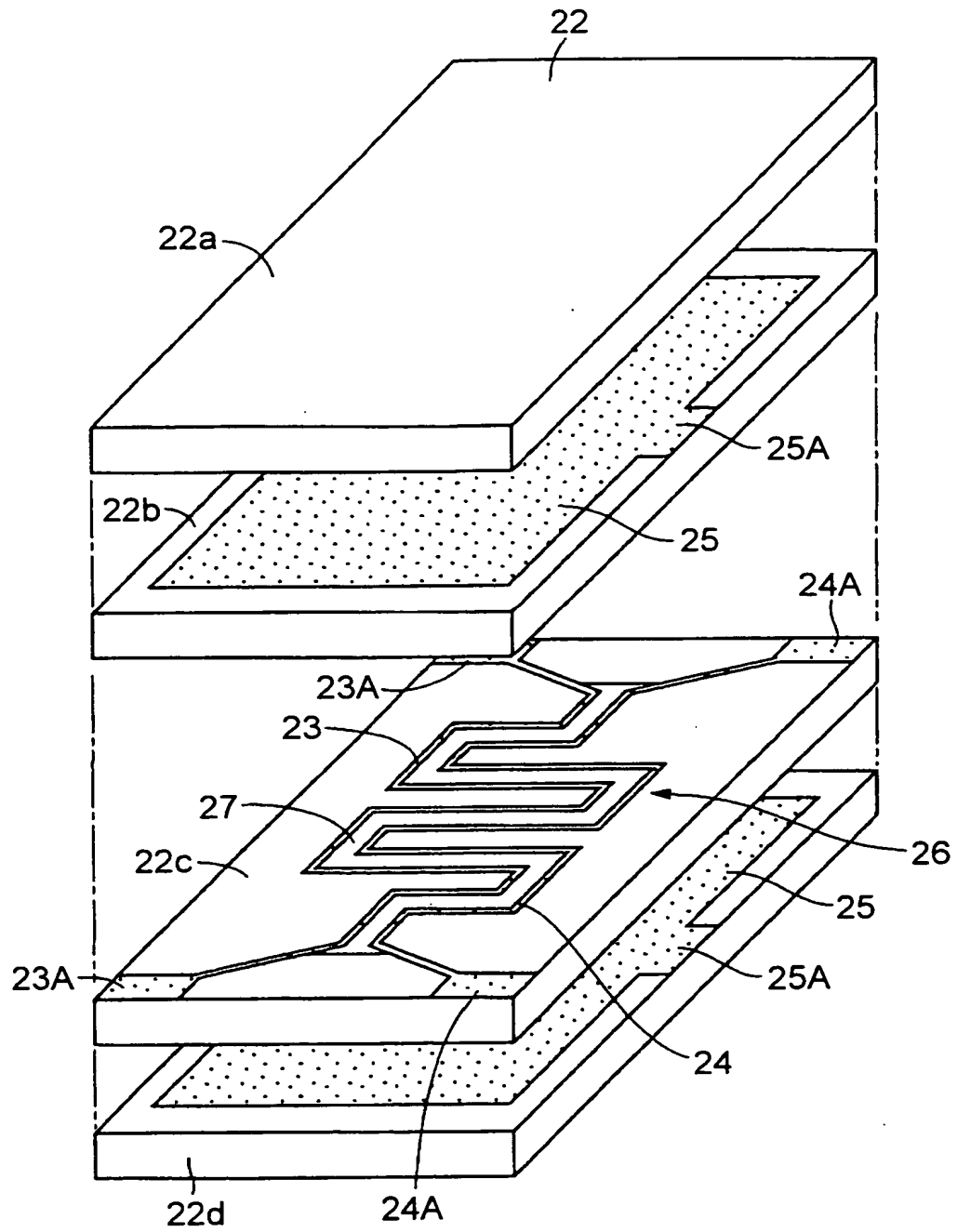
【図 6】



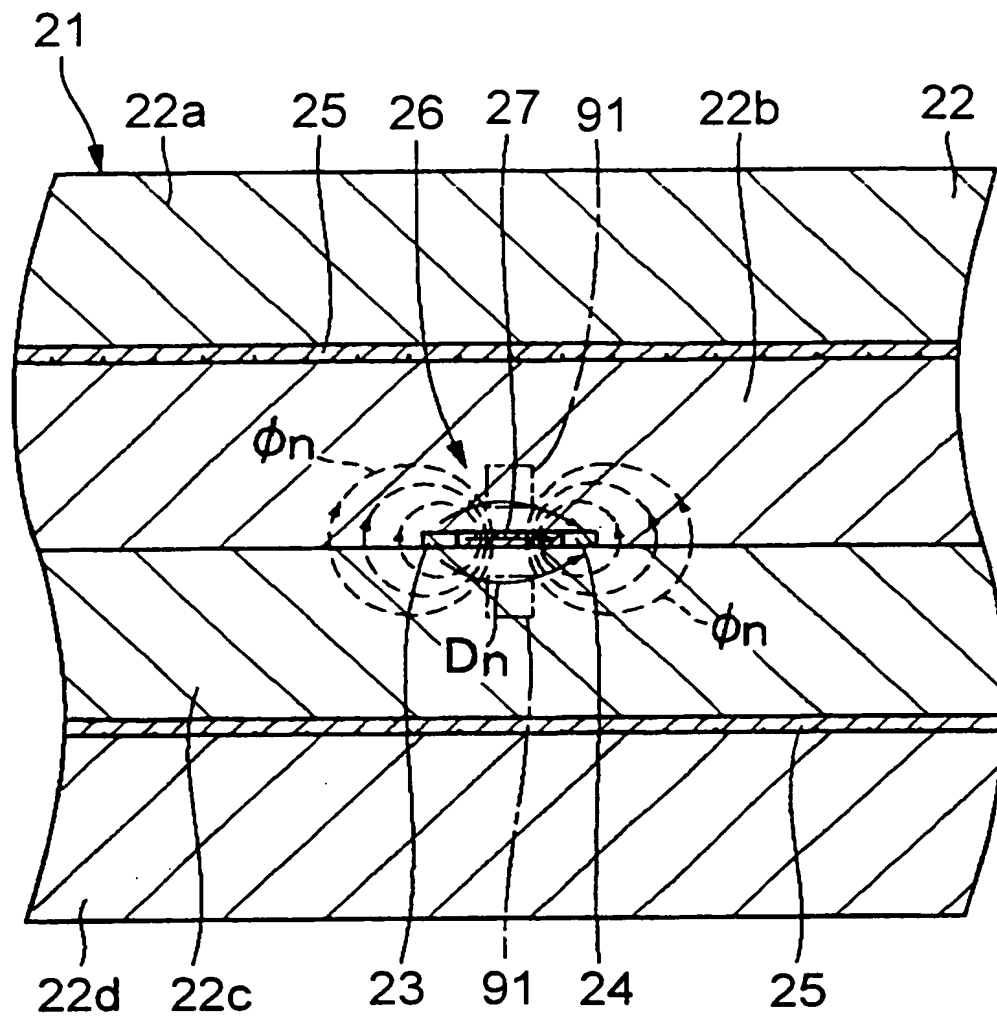
【圖 7】



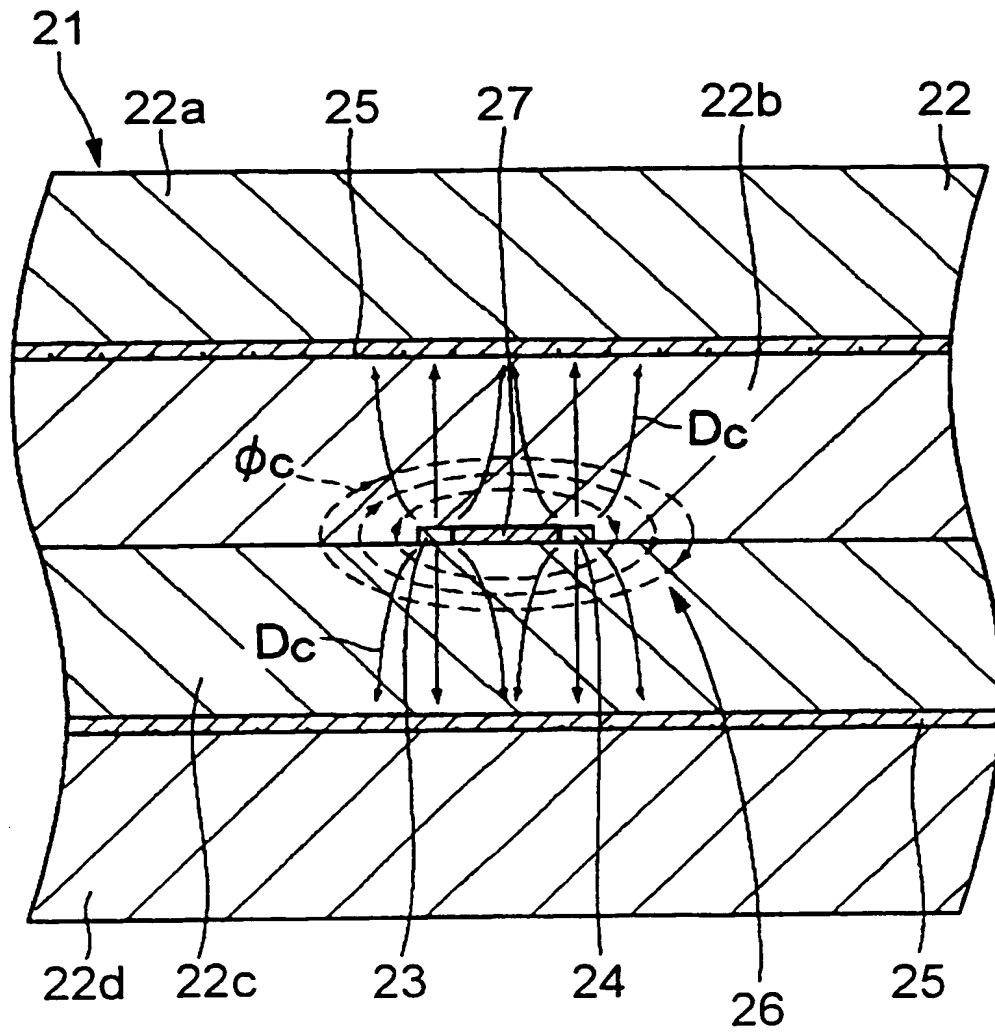
【図 8】



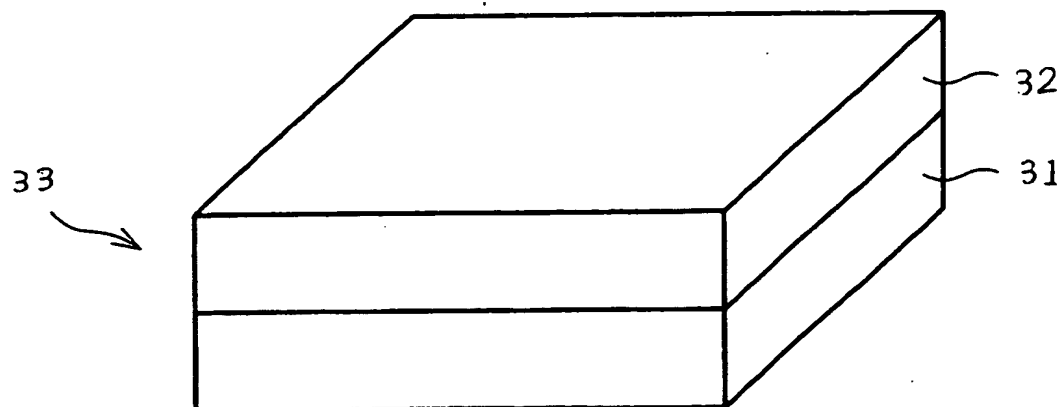
【図 9】



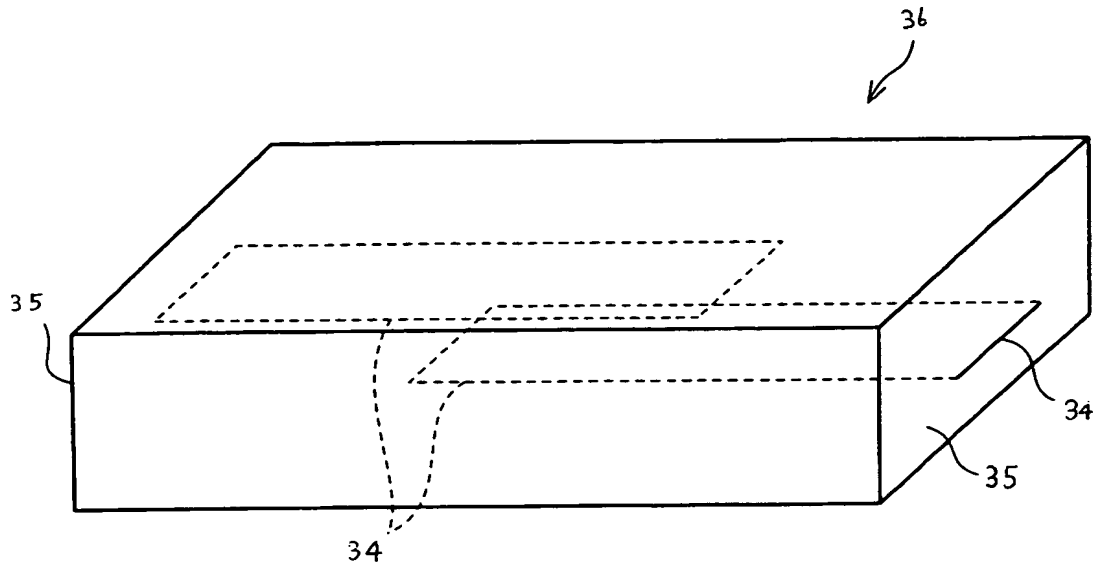
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 透磁率および誘電率が低く、絶縁性が高いという特徴を備え、かつ母体となる磁性体材料に対して相互拡散が少なく、接合部においてワレ、ハガレや変形等の発生が抑制でき、しかも内部導体、特に Ag への拡散を抑制できるガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品を提供する。

【解決手段】 鉄系酸化物磁性組成物からなる磁性体部と、前記磁性体部に接して形成される、ガラスセラミック複合組成物からなる非磁性体部と、前記磁性体部および前記非磁性体部のうち少なくとも一方に形成される、内部導体部と、を備える電子部品であって、前記ガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、SiO₂を25重量%～55重量%、MgOを30重量%～55重量%、Al₂O₃を5重量%～30重量%、B₂O₃を0重量%～30重量%が含有されており、かつ、前記クォーツは、前記結晶化ガラス100重量%に対して5重量%～30重量%となるように含有されるとともに、前記結晶化ガラスのガラス中に分散されていることを特徴とする、電子部品。

【選択図】 図1

【書類名】 手続補正書
【整理番号】 1160269
【提出日】 平成16年 4月 7日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2004-105811
【補正をする者】
 【識別番号】 000006231
 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所
 【代表者】 村田 泰隆
【手続補正1】
 【補正対象書類名】 特許願
 【補正対象項目名】 先の出願に基づく優先権主張
 【補正方法】 変更
 【補正の内容】
 【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-115132
 【出願日】 平成15年 4月21日

特願 2 0 0 4 - 1 0 5 8 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 2 3 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号
氏 名	株式会社村田製作所